# سلسلة من كل علم خبر

الاكتشافات الكبيرة

## مِنَ الحِرَفِ اليَدويّة إلى الصّناعة

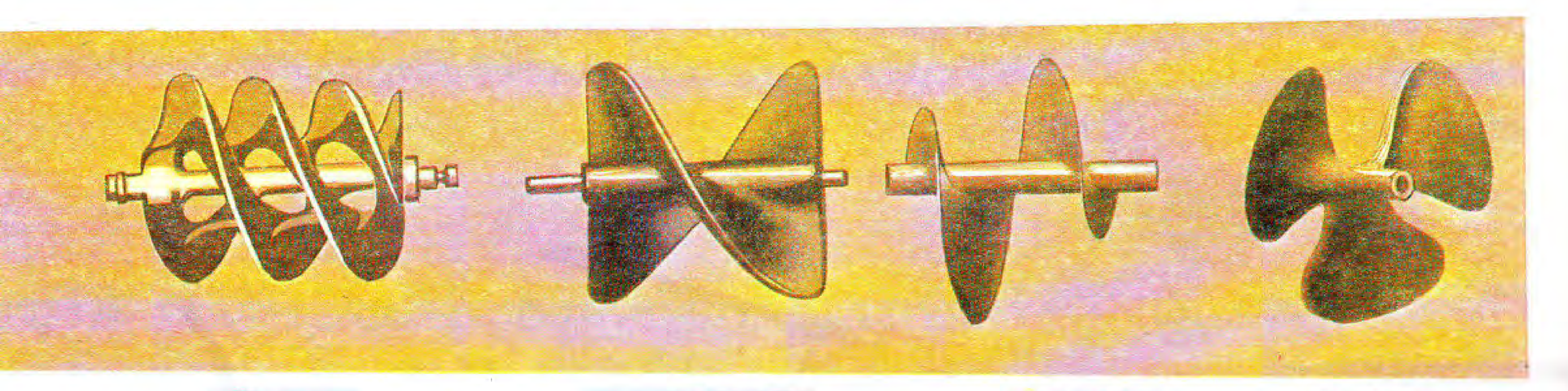
(١١)



- المروحة وانطلاق الملاحة
- من عربة "كونيو" البخارية إلى سيارتنا
- غاز الإنارة

منشورات مكتبة سمير
شارع غورو - بيروت
تلفون ٢٢٦٠٨٥-٢٣٨١٨١

Les Grandes Inventions
F. Lot
Librairie Hachette



مروحة النابليون — مروحة دَليري — مروحة «الارخميدس» — مروحة ليتلتن

# المِروَحة وانطلاق الملاحة البَحريّة وَالجويَّة

الى المِروَحة ، يعودُ الفضلُ في انطلاق كلٍّ من المِلاحة[1] البحريّة والمِلاحة الجوِّيَّة وتطوُّرهما . فمتى أُديرت المروحةُ في جسمٍ سائِب[2] ، كالماء أو الهواء ، تقدَّمتْ فيه كما يَتقدَّمُ المِسمار المُلَولَب ( البُرغي ) ، في حَزْقَة ( عَزْقة ) ، فجرَّت العَرَبةَ المرتَبطة بها.

والواقعُ أنَّ استعمالَ البُرغي أو اللَوْلَب ، لإِزاحةِ سائل ، يَرقى الى أرخميدِس . الاّ أنَّ الاستعمال المُعاكِس ، أي انتقالَ البُرغي وتحرُّكه في الجسمِ السائِب ، الذي يَقومِ إذ ذاك بَدورِ حَزْقةٍ ثابتة لا تَتحرَّك ، لم يَخطُرْ بالبالِ ، إلاّ بعدَ مُرورِ واحدٍ وعشرين قرناً على عصرِ أَرخَميدِس .

سنةَ ١٧٢٧ ، إقترحَ العالِمُ الفرنسي « دوكيه » ، إعتمادَ[3] لَولَبِ « أرخميدس » على السفن . وفي الجهاز الذي تصوَّره ، كان اللَولبُ يتحرَّكبقُوّةِ مَجرى الماء في النهر ، فيَدورُ على كَابِلٍ[4] ، يَجتَذِبُ السفينـــة .



مروحتان من مراوح الطائرات

وسنة ١٧٦٨ ، إخترع عالِمٌ فرنسيٌّ آخر « **البَتيروفور** » ( **حاملة الجناحَين** ) ؛ وهو جهازٌ يتحرَّكُ بقوَّةِ الساعد ، يُمكن اعتبارُه صُورةً أُولى للمِروَحة ذاتِ الأَذْرُعِ


مروحة الاتجاه


المروحة الحاملة في هليكبتر «الآلويت»



الأربَع ، التي ستُستعمَلُ بعدَ ذلك بثمانين سنـــة .

وعامَ ١٧٧٦ ، جُهِّزتْ غوّاصةُ « بَشْنِيل » الصغيرة ، المعروفة **بالسُلَحْفاة** ، بمِروحتَين اثنتَين : واحدةٍ للدَّفع ، وأُخرى للغَوْص في الماء . كان لهما شَكلُ البُرغي الحقيقي ، وكانتا تُحرَّكان باليَدِ أو بالقَدَم .

عامَ ١٨٠٠ ، جُهِّزَتْ غوّاصةُ « فَلْتن » ، المعروفة باسم « **نوتيلس** » ، بمِروحة ذاتِ ذراعَين . إلاَّ أنَّ هذه الجهودَ لَنْ تصِلَ الى نتيجةٍ جَديرة مَرموقة(٥) ، قبلَ أنْ يتوفَّر ، على مَتْنِ(٦) السفن ، البخارُ القادرُ على تَحريكِ مثلِ هذه الأَجهزة .

ستُبذَلُ بعدَ ذلك محاولاتٌ(٧) كثيرة : من مُحاولاتِ الأُسكُتْلَنديّ « وَايْتُوك » الذي قامَ ، حَوالي ١٨١٤ ، بتجارب اعتمدَ فيها لَوالبَ بَلَغتْ من الطولِ خمسةَ امتار ، الى تجاربِ العالم الفرنسيّ « فريدَريـك سُوفاج » الذي لم تُلائِمْ مروحتُه إلاَّ سفينةً صغيرة ، والذي يَنبغي أنْ يُحصَى^٨ اسمُه في لائحةِ المخترعين التُعَساء العاثِري الحظّ : فلَسوفَ تتراكمُ عليه الديونُ ، فيُلقَى في السِّجن ، ويَموتُ مجنوناً في أَحدِ المِصَحَّاتِ العقليّــة .

وأَخيراً وافى عامُ ١٨٤١ ، فابتدعَ باني السفن « أُوغُسْت نُورْمان » ، استِناداً

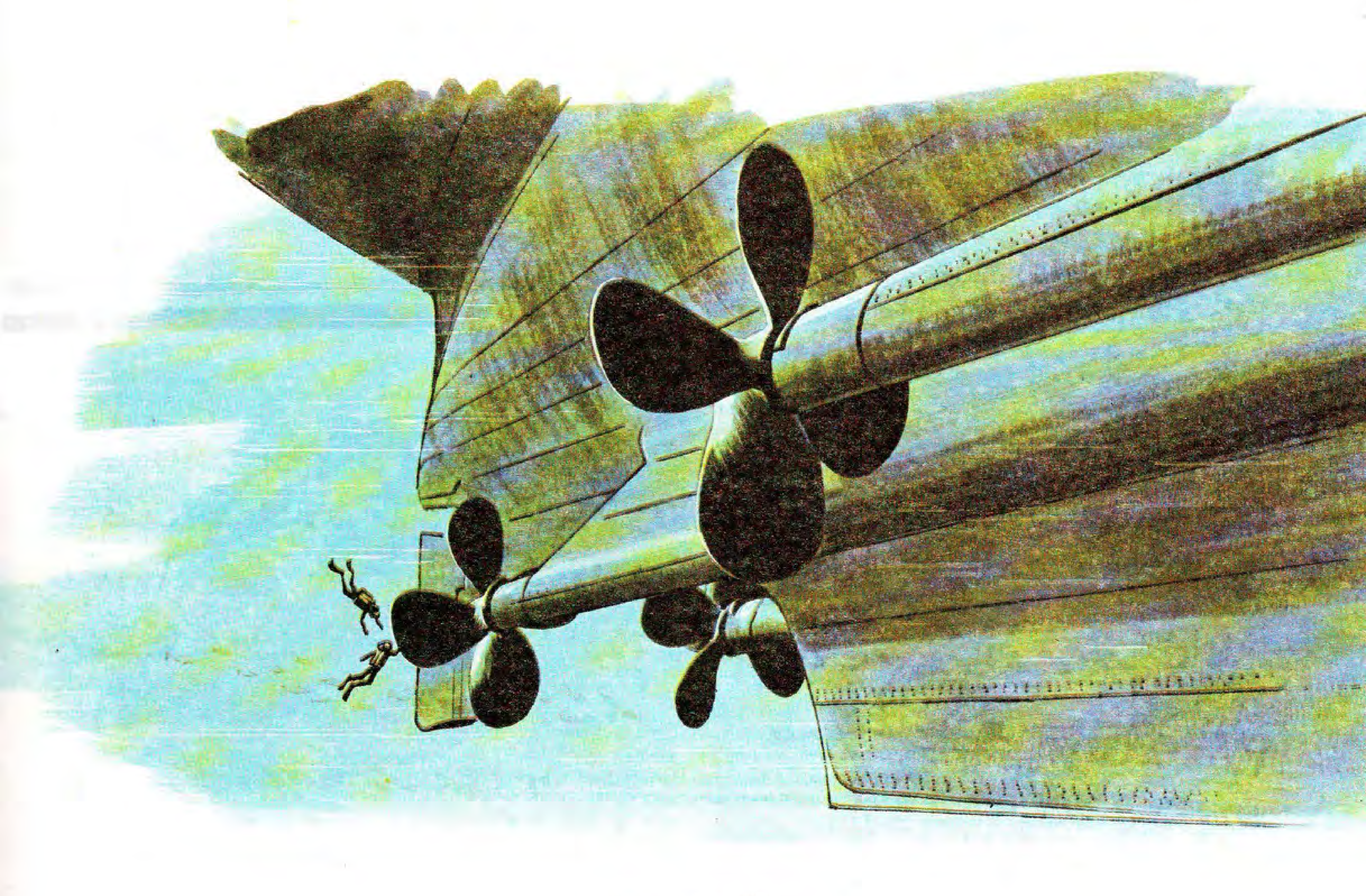
الى أفكار « سوفاج » ، مِروحةً ذاتَ أَربع كُفوفٍ متَّسعةِ الأطراف . وما وافت سنة ١٨٤٧ ، حتّى تأمَّنَ النجاحُ الحاسم[٩] ، للسفينة التي بناها « هَنري دُبْوِي دي لُوم » (وهو مُبتدعُ أُولى المدَرَّعاتِ الكبيرة ، التي عرفَتْها الازمنةُ الحديثة ) . وما لَبثتِ الأُمَمُ البَحريَّة كلُّها أنِ اعتمدتِ المِروحة .

استُعمِلت اوّلَ الأمر مروحةٌ واحدة ، تقعُ في طَرف جُذعٍ[١٠] يتَّصلُ بجسمِ السفينة ؛ ثمّ أُضيفَ اليها مِروَحتان جانبيَّتان أُخرَيان ، يحرِّكُهُما جُذعان جانبيَّان يستمِدَّان القوّة من محرِّكَيْنْ ؛ ولقد أُضيفَ الى بعضِ السفن حتى أربعُ مراوح ، واربعةُ جُذوعٍ لِحَمْلِ الحركة ونَقلِها . ولقد أُعطِيَت الكفوفُ أشكالاً خاصَّة ، عندما جُهِّزتِ السفنُ السريعةُ ، بمراوحَ سريعةِ الدَوَران .

صحيحٌ أنَّ المحرِّكَ النفّاث حَلَّ محلَّ المِروحة ، في الملاحة الجوّيّة ؛ غيرَ أنَّ المروحة ما تَزال ، بأذرُعِها الطويلة ، سَيِّدةَ الطائرة العموديَّة ، أي « الهَلِيكُبْتِر » .

١ ـ مراوح بحرية .
٢ ـ نموذجان من مراوح الطائرات .
٣ ـ هليكبتر بسكارا المتعددة المراوح .
٤ ـ مراوح سفينة ضخمة
٥ ـ مروحتا « الآلويت »

هليكُبتر بسكارا



مراوح سفينة ضخمة

التفسير

١ – المِلاحة : فنّ السفر في البحر ، او في الجوّ.

٢ – جسم سائب : جسم غير جامد .

٣ – اعتماد لَولب على السفن : استعمالُه .

٤ – كَابل : حَبْل او سلك معدنيّ غليظ .

٥ – نتيجة مرموقة : نتيجة ملحوظة .

٦ – مَتْن السفن : ظَهر السفن .

٧ – محاولات : تجارب .

٨ – يُحصَى اسمُه : يُعَدُّ اسمُه .

٩ – النجاح الحاسِم : النجاح الأكيد النهائيّ .

١٠ – الجُذع ( هنا ) : العمود المعدنيّ الذي يُؤمِّن نقلَ الحَركة من المحرِّك الى المِروحة .

الاسئلة

١ – ما دور المروحة في السفينة ؟

٢ – ماذا قصد أرخميدس من الكولب ؟

٣ – ما هو « البَتِيروفور » ؟ وبأيِّ قوّة يتحرّك ؟

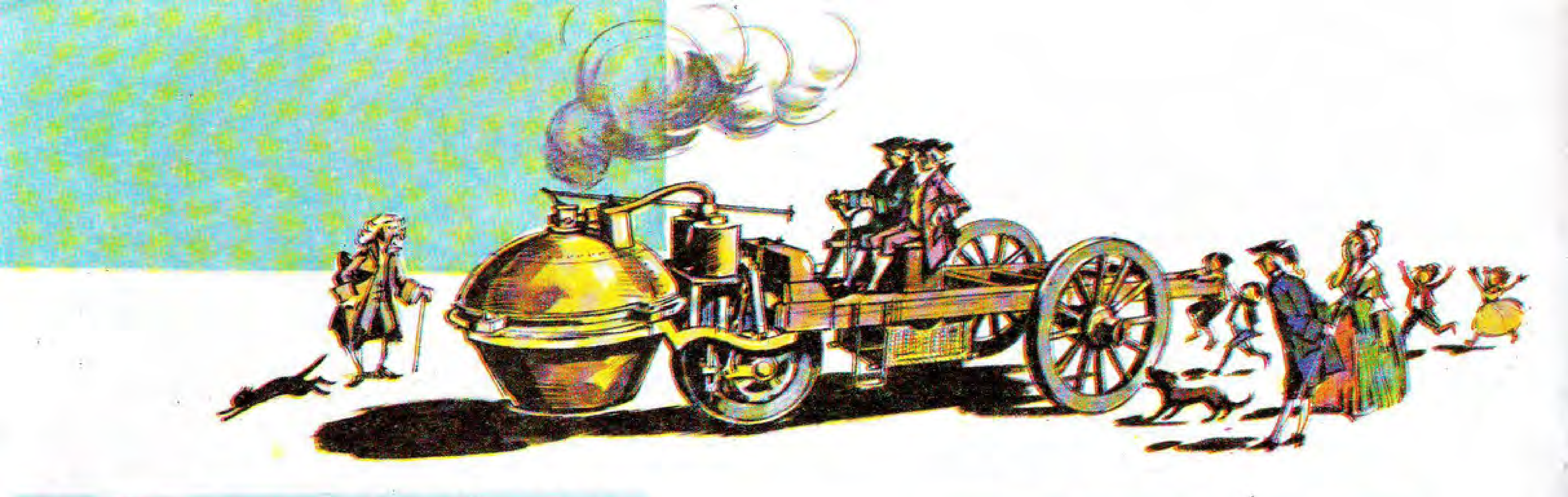
٤ – بمَ جُهِّزت غوّاصة « السلحفاة » ؟

٥ – ايُّ دورٍ لعب البخار في تطوير المراوح والسفن ؟

٦ – هل أفاد « فريديريك سوفاج » من جهوده في تطوير المروحة ؟

٧ – ماذا اخترع « أُوغست سوفاج » ؟

٨ – ما هو دور المروحة في « الهَليكُبْتر » ؟



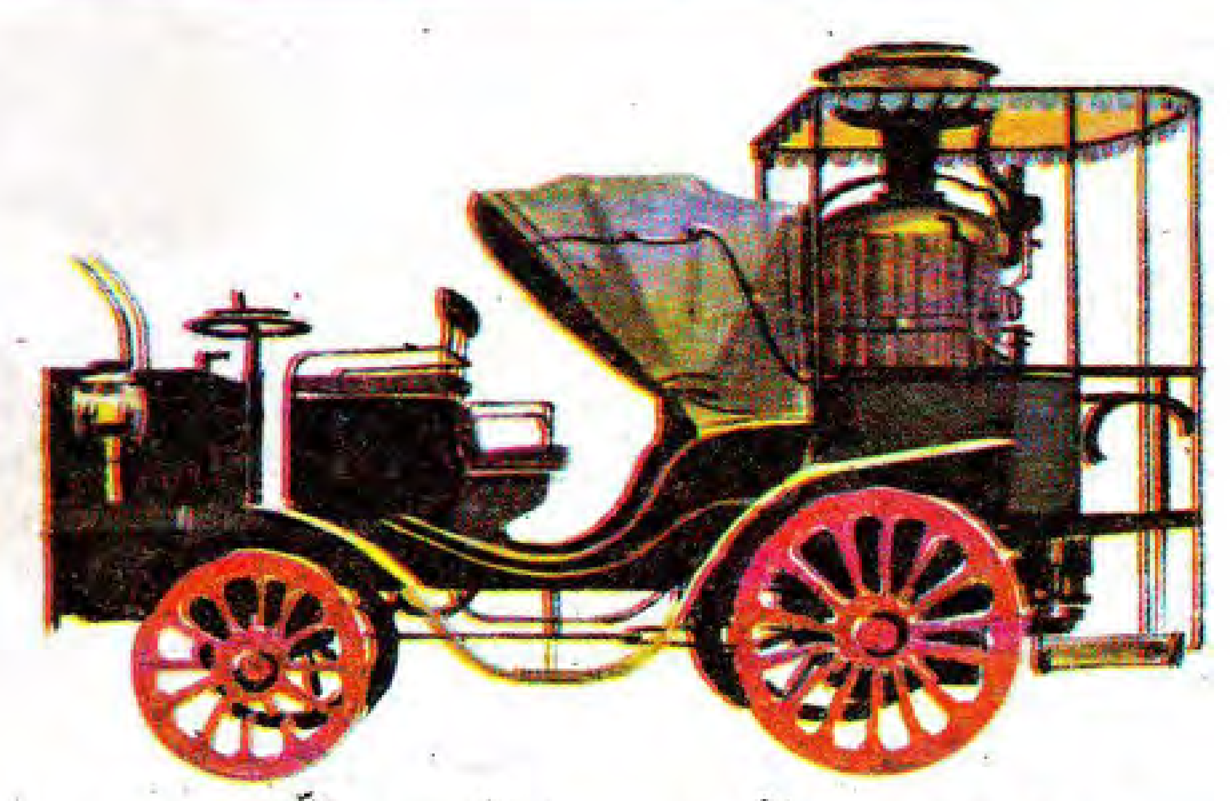
عربة «كونيو» البخاريّة (١٧٧١).

الخطوات الأولى ... إن عربة «كونيو» البخاريّة العسكريّة هذه ، بقدرها الضخمة ، ودخانها الكثيف ، تفتتح ، ولو بثقل ، انطلاق صناعة عالميّة عجيبة ..

# مِن عَرَبة "كونيو" البخاريّة إلى سيّارتنا

يضمُّ المُتحَفُ الوطنيُّ الفرنسيّ ، الخاصُّ بالفنون والصناعات ، في ما يضمُّه ، جَدَّةَ السيّارات الفرنسيّة الأولى ، الاّ وهي السيَّارة البُخاريّة الأولى ، التي بَناها ، سنةَ ١٧٧١ ، المهندسُ العسكريّ «جوزف كُونيو» (١٧٢٥ – ١٨٠٤) ، بعدَما حقَّق اختراعاتٍ أُخرى مُتنوِّعة ، أَوْحَتْ(١) بها اليه حمَلاتهُ العسكريّة .

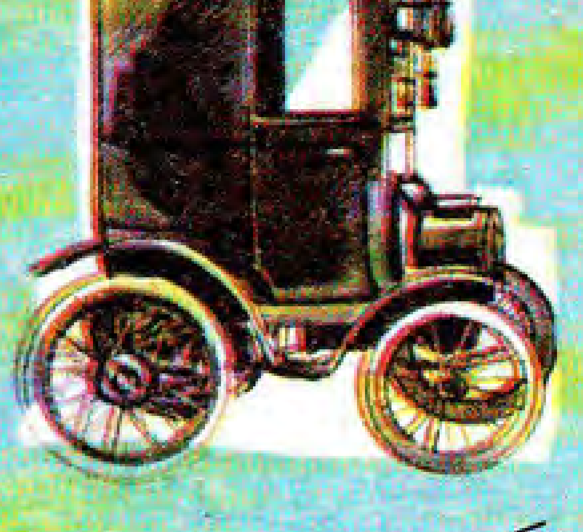
إنّها ، والحقُّ يُقال ، عربةٌ بخاريَّة طريفة فريدة : كانت تحمِلُها ثلاث عجلاتٍ(٢) صُنِعتْ أشعَّتُها من الخشب ، وزُنِّرت بالحديد ، وتَوزَّعت على شَكلِ مثلَّث : عجلةٌ واحدة في المقدَّمة ، تقوم بدور التحريك والتَّوجيه ، وعجَلتان في



«المَنْسيل» «لأميدي بُلّي» . (١٨٧٨) .

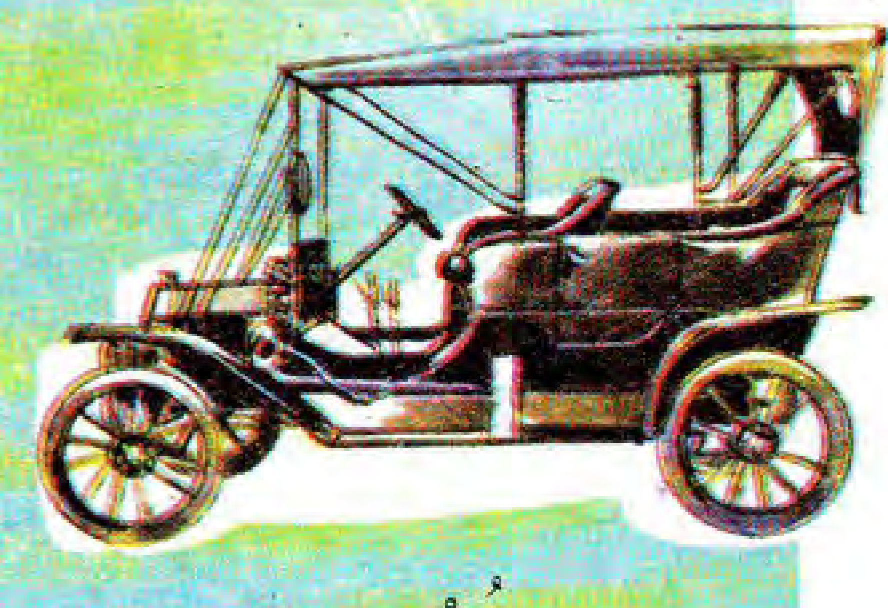


«بَنْهازد ليفاسور» (١٨٩٢) .



«كوبِيه رينو» (١٨٩٠) .

«مرسيدس» (١٩٠١)



«فُورْد» (١٩٠١) .

المؤخَّرة . زُوِّدت هذه العربةُ بمحرِّك ذي اسطوانتَين عموديّتَين ، وبقِدْرٍ ضَخمة ، نُصِبتْ على مَوقِدِها ، في مقدَّمة العَرَبة . كان جسمُ العربة مُؤَلَّفاً من هَيكلٍ ضخمٍ متين ، قد هُيِّىءَ لحَملِ الحُمولاتِ الثقيلة ، وكانت في الأَساس مدافِعَ المَيدان . كان بُوسعِ هذه العربة البُخاريّة أنْ تسيرَ بسرعةٍ ، لا تتجاوزُ الكيلومتراتِ الأربعةَ في الساعة .

يَجْدُرُ بنا هنا ، أَنْ نُلفِتَ الانتباهَ الى تجديدٍ عظيمِ الخُطورة[٩] : ألا وهو دولابٌ مُسنَّن عُقِفت أسنانهُ ، تُسَيطِرُ على دوَرانِه لَقَّاطة (أو لسانُ توقيف) وتتَّصل هذه اللَقَّاطة بالاسطُوانةِ المقابلة ، بواسطةِ سِلسلة من الحلَقات المعدِنيّة . كان « كونيو » ، بفَضلِ هذه الوَسيلة الجديدة ، أوّلَ مَنْ حوَّلَ الحركـةَ المستقيمـةَ المناوبـة ، في الاسطوانات ، الى حركةٍ دوَّارة . هذا الدور ، يقومُ به اليومَ ، في محرّكات السيّارات ، المدوِّرُ أو الذراعُ القَلّابـة

ولكنَّ مخزونَ الماءِ في الغلّاية ، كان ينفَدُ[٤] في أقلَّ من ربع ساعة ، فما كان الجهازُ قادراً على العمَل المتَّصل ، مدّةً أطول . ولذا ، لم تَحْظَ « عربةُ كونيو » هذه الثقيلة ، بمصيرٍ أفضلَ من ان تغدُوَ تُحفةً ثمينة ، وقطعةً مُدهشة في مُتْحَف . . .

في الثُلْثِ الأوَّل من القرن التاسعَ عشر ، ظهرت في انكلترا بعضُ عربات السفر البُخاريّة . وفي فرنسا عامَ ١٨٧٨ ، قامتْ « لا مَنسيل » ، السيّارة البخاريّة التي بناها « أمِيدِي بُلي » ، بقطع المسافة الفاصلة بين مدينتَيْ باريس وبُوردو . وسنة ١٨٨٣ ، سيَّر « ديلامار – دِبُوتْفيل » أوّلَ سيّـارة مجهَّزة بمحرِّك ذي احتراق داخليّ ، عامل على البَنزين .

بفضل هذا المحرّك الثَّوريِّ الجديد ، وبفضل اختراع العجَلات الهوائيّة ، سيتمكّن « دِمْلِر » و « بَنْهارْد » و « لِيفاسور » و بيجو » و « ديون » و بوتون » و « بُلّي » و « لويس رينو » ، من تطوير صناعةِ السيّارات ، التي بلغ انتاجُها السنوي العالميّ ما يقاربُ الملايين الاثنين والعشرين ، وهي ما تزال تُفيدُ من تَحسينات متجدِّدة في كلِّ سنة .

من التَحسينات الكُبرى التي أُدْخِلت على السيّارة ، تِلك التي حقّقها « لويس رينـو » عامَ ١٨٨٩ ، إذ اخترع طريقةَ



سباق السيّارات الذي نُظِّم بين باريس وفينّا ، عام ١٩٠٢ .

بواسطة المَعْجلات النقّالة . هذا ، وسنة ١٩٠٣ -، اخترع « أندريه بُودفيل » المَشعلَ النقل المباشِرة بين الجُذعِ (٥) الأوَّليّ والجذع الثانويّ ، كما اخترع طريقةَ تغيير السرعة المغنطيّ ذا التوتُّر العالي ؛ واخترع « بيار بُوسو » المُشَغِّل سنة ١٩٠٥ . امّا المهمادات فظهرت سنة ١٩٠٦ ؛ وأمّا الأنارة الكهربائية ، فعُرفت سنة ١٩١٢ ...

تحويلَ الحركة الخطيّة المستقيمة الى حركة دَوَّارة ، خفَّض (٦) كثيراً عددَ الأجهزة العاملة ، ووضع حدّاً للأرتجاجِ والأزيز . ظهر بعدَ ذلك المحرّك التُربينيّ البسيط في تصميمه ، والذي يعتمد مبدأَ الدفع النفّاث ( القائم على ردّة فِعْل النَفْثِ الغازيّ ) الذي يَسمح باستعمال أيٍّ من الكيْرُوزين أو الفِيول أو البنزين .

لا شكَّ ان تطوُّرَ السيّارة متعلّقٌ ، في الأساس ، بتطوُّر محرِّكها . رأَيْنا منذُ قليل كيف ظهر المحرّك الدوَّار الذي ، عندما ألغي

ولكن ما لا شكّ فيه ، أنّ المستقبلَ هو للمحرّك الكهرَبائيّ ، الذي تزوِّده بالقوّة والطاقة بطّاريّاتٌ لا تُحرقُ وَقوداً مُلَوِّثاً

للهــــواء .
وأخيراً ، بوُسعِنا أَنْ نتَصورَ للمستقبل سيّارةً عَديمة العَجَلات(٧) ، تَنتقلُ على وسادةٍ من هواء ، كما نَستطيعُ أنْ نتصوّر أَوتُستِرادات إلكترونيّة ذات قيادة آليّة تجعلُ خطرَ نُشوءِ الحوادث أَمراً مُستحيلا ...

اوتستراد حديث ذو خطَّيْن .



## التفسير

١ – أوْحَت بها : ألهمَتْهُ إيّاها ، فكَّرتْهُ بها .

٢ – عجَلات : جمع عجَلة : دولاب .

٣ – عظيم الخطورة : كثير الأهميَّة .

٤ – نفَدَ ينفَد الشيء : إنتهى .

٥ – الجذع : في السيّارة ، هو العمود المعدنيّ الذي ينقل الحركة من المحرِّك الى العجلات .

٦ – خَفَّض عدد الأجهزة : قلّله .

٧ – عديمة العجلات : لا عجلاتٍ لها ، بلا عجلات .

## الاسئلة

١ – مَن صنع أوّل سيّارة فرنسيّة ؟

٢ – صِفْ عربة كونيو البخاريّة .

٣ – ما كانت سرعةُ هذه العربةِ ؟

٤ – ما التجديد الهام الذي أدْخله كونيو على هذه السيّارة البخاريّة ؟

٥ – ما هو فضلُ هذا الجهاز؟

٦ – لماذا لم تكن عربة كونيو عمليّة ؟

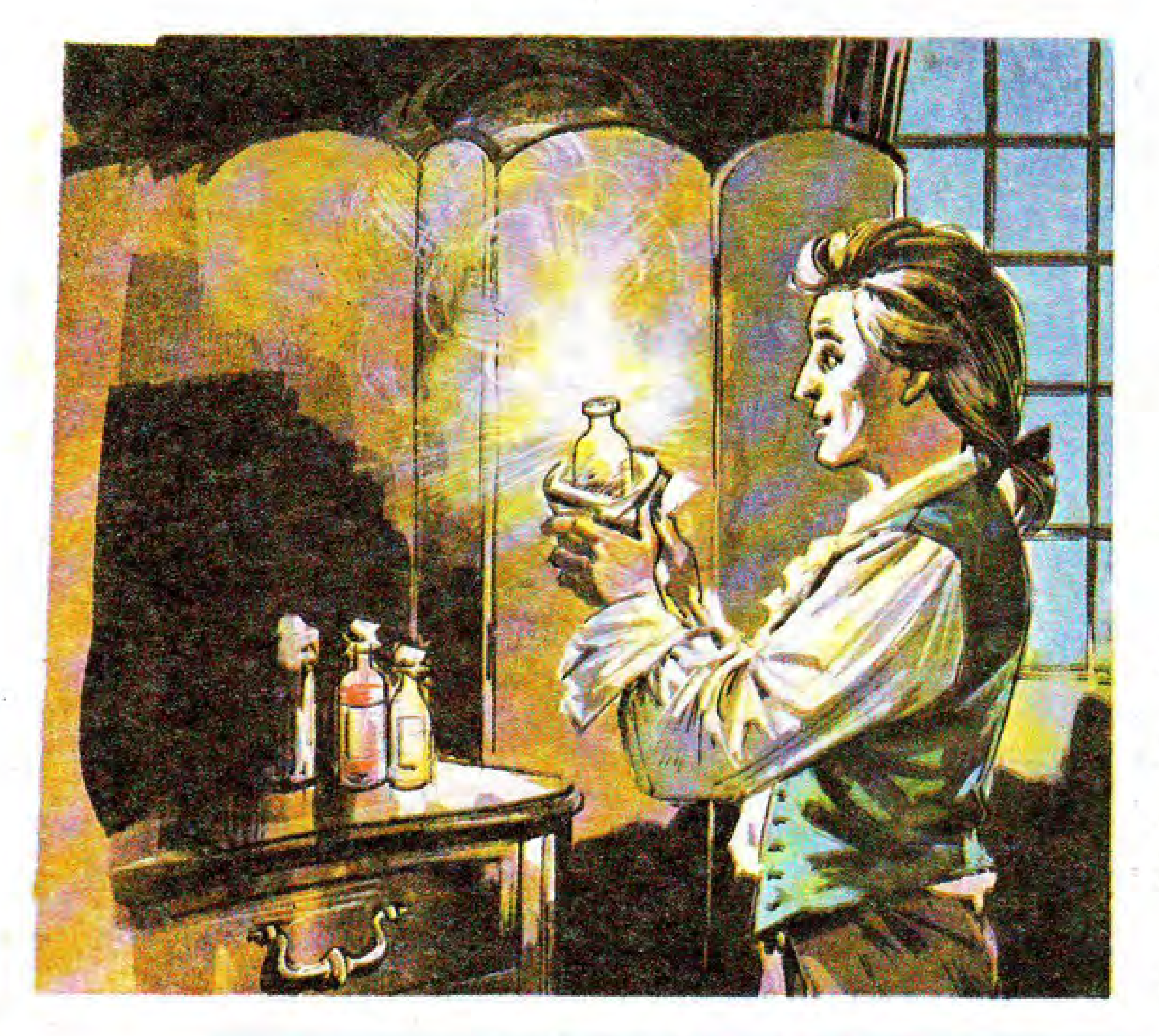
٧ – مَن صنع اوّل سيّارة عاملة على البنزين ؟ ومتى ؟

٨ – أُذكر اسماء بعض من طوّروا صناعة السيّارات .

٩ – ماذا اخترع لويس رينو؟

١٠ – ما هي سيّارة المستقبل ؟

# غازُ الإنارةِ ينطلِقُ مِنْ قارُورةٍ صيدليٍّ



اكتشاف « فيليب ليبون ».



إنارة شوارع لندن بالغاز، في مطلع القرن التاسع عشر.

ما كادَ « فِيليب ليبُون » ( ١٧٦٧ – ١٨٠٤ ) يتخرَّجُ مُتفوِّقاً من « مَعهدِ الجُسور والطُرُقات » ( الذي عادَ فالتَحقَ به أُستاذاً ) ، حتّى عَلِمَ بأنَّ أَباه كان مريضاً . فغادرَ باريس ، والتحقَ بمَسقطِ رأسهِ « براشي » ، وهي قريةٌ تقعُ على مقرُبةٍ من « شالون – سُر – مارْن » .

كان المريضُ قد استهلكَ كمِّيَّةً لا بَأسَ بها من العقاقير[1] ، تاركاً على سطح الموقِدِ عدداً من قَوارير[2] الصَيْدَلة الفارغة . خطر ببال فيليب أن يَملأَ إحدى هذه القوارير نُشارةَ خشب ، وأنْ يُشعلَ في النُشارة النار . وقد كان معروفاً أنّ الخشب أو الفحمَ ، إذا أُحرِق في وِعاء مُقفَل ، أعطى دُخاناً كثيفاً قابلاً للإلتِهاب . وكأنَّ فيليب أَرَاد ، بهذه اللُعبة ، أنْ يجدِّد اختباراً بات معروفاً .

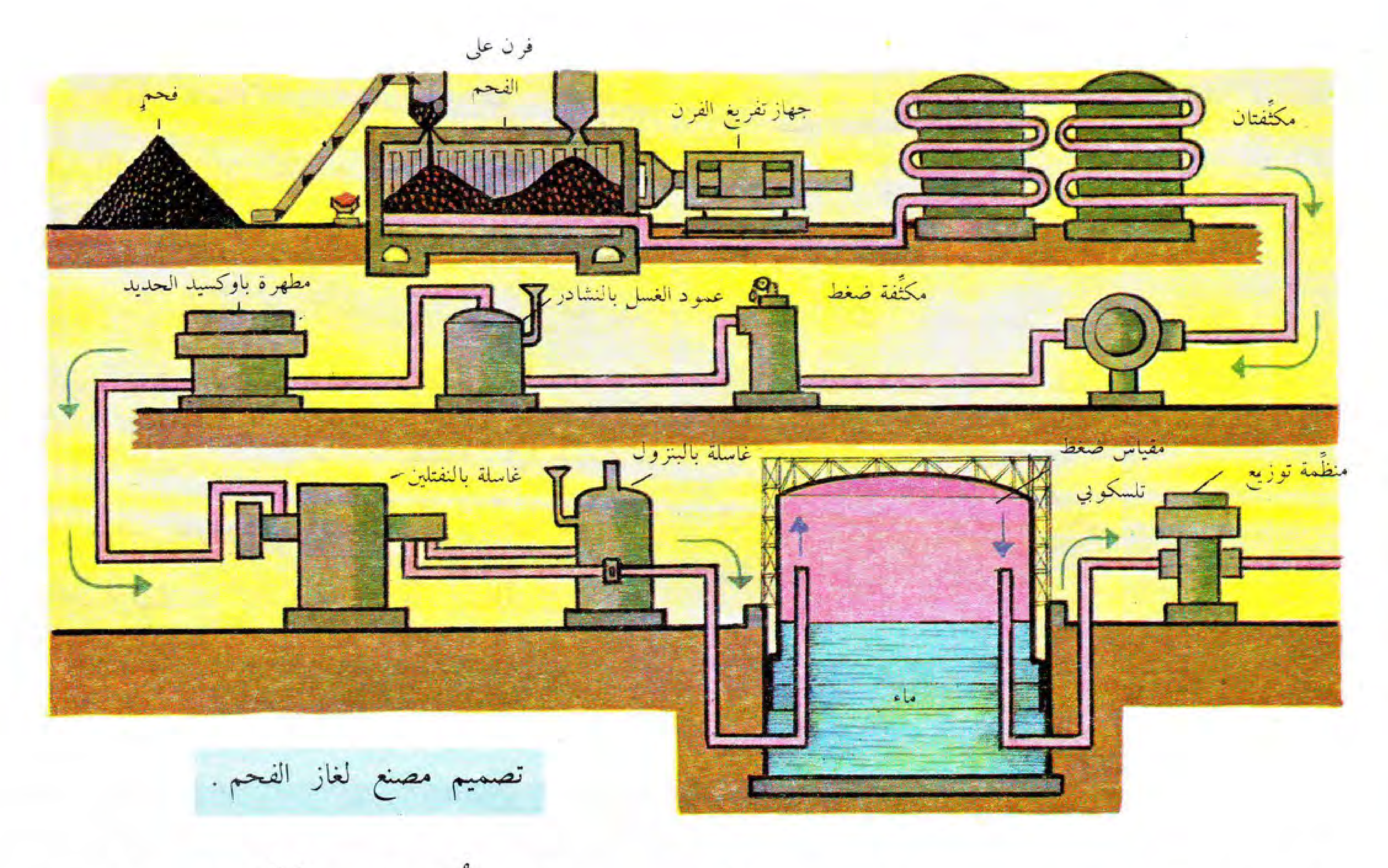
ولكنْ شاءت الصُدفة – وما كان أسعدَها صُدفة ! – أنْ يُحرِقَ فتانا أصابعه بعُنق القارورة ، فيُفْلِتَها ، ثم يعودَ فيمسكهَا ويلفَّ عنقَها بخِرقة مُبلَّلة . فلاحظ فيليب إذ ذاك ، وبكثير من الدَّهشة والسرور ، أنّ الدخان المتصاعِد قد تنقّى وتبدَّل : كان أسودَ ، فصار أبيض ، وفقدتْ رائحتُه الكثيرَ من حِدَّتِها[٣] ، وأعطى ، عند إشعالِه ، لهَباً قويَّ النور . . . الواقعُ أنّ « ليبون » كان ، من حيثُ لا يدري ، قد أشعل المصباحَ الغازيَّ الأوّل .

خطرَ ببال « فيليب ليبون » السؤال التالي : لو حُصِر الغازُ الناتج عن تَكرير الخشب ، وأُرغم على المرور في ماءِ خَلَقين[٤] ، ألا يَتحوَّلُ غازاً صالحاً للأستعمال في المصانع والبيوت ؟ . . . وراح « ليبون » يعملُ على بناء « المِصباح الحراريّ » ؛ وهو جهازٌ كان باستطاعته ان يُعطيَ النورَ والحرارة في آن معاً . وإذ ضبط تركيبَه سجَّلَه في مكتب الاختراعات ، بتاريخ ٢٨ أيلول ١٧٩٩ ، وحصل على بَراءَة[٥] تُخوِّلُه[٦] حقَّ صُنعه واستِثمارِه .

كان شديدَ التفاؤُل[٧] بمستقبل اختراعِه ؛ حتىّ إنَّه وعدَ فلاَّحي « بَراشي » بان « يُدفِّيءَ بيوتَهم ويُنيرَها من باريس ! » وتصوّر ، منذُ ذاك الحين ، لهبةَ الغاز موزَّعةً على المنازل كلِّها ، تَطهو[٨] الأطعِمة ، وتُنشِّف الغسيل ، وتُحمّي الحمّاماتِ والغسّالاتِ والأفران ، وتحملُ الى الناس كلَّ االحسَنات الاقتصاديّـة المرجُـوَّة .

ولكنّ الظروفَ لم تَخدمْ « ليبون » ؛ فأَعوَزَهُ رأَسُ المال ، وبقي الغاز الذي تمكَّن من انتاجه بكميَّةٍ أكبر ، كريه الرائحة ،

ابتداءً من ١٨٨٥ ، وبفضل مصباح « يُنسن » وشاشة « أُوز » ، صار الغاز يُعطي نوراً يكاد يكون أبيض .




تصميم مصنع لغاز الفحم .

لأن شروطَ تطهيره لم تكتمِل . فاضطُرَّ « ليبون » الى الاكتفاءِ باستعمال هذا الغاز ، ضمنَ حدوده الفرديّة الخاصَّة ، أيْ في قصر « سينولي » الذي استأجرَه لهذه الغاية ، في شارعِ « سان دومينيك » ، وأنار قاعاتِه وحدائقَه ، على سبيل الشهادة والدعاية ... كان على مَن يَرغبُ في زيارةِ القصر مرّةً ، أنْ يدفعَ رسم دخول قدرُه ثلاثةُ فرنكات (وهو مبلغ غيرُ ضئيل ) ؛ إلاّ أنّ اشتراكاً بتسعة فرنكات كان يُخوِّل صاحبَه حقّ زيارة القصر والحدائق متى يشاء ...

وخلاصةُ القول ، أنّ « فيليب ليبون » لن يَشهدَ انطلاقَ تلك الصناعة الجديدة ، التي ستتطوّرُ بعد أن يلجأ العلماءُ الى تقطير الفحم الحجريّ ، لأستخراج غازٍ أفضل . والواقع أنّ انكلترا هي التي ستَشهدُ المحاولةَ الأُولى في إنارة المصانعِ بغاز الفحم .

قيل عن « ليبون » إنّه قد مات مقتولاً بطعنة سكّين سدَّدها اليه أحدُ المجرمين ليلاً ، في حدائقِ « الشان إليزية » . ولكنّ الوثائقَ الرسميّة تقول إنّه قد مات في بيته ، إثرَ مرض عُضال[٩] كان الإفلاسُ قد

أَوْدى بما ملك ، فإضطُرَّ معهدُ الجسور والطُرُقات أنْ يَتحمَّلَ نفقَاتِ دفنِـه .

لقد قُضِيَ على غازِ الفحم الحجري في أيامنا ، أو كاد ، وحلَّت محلَّه غازاتُ النَفط المسيَّل[١٠] ( البوتان ، والبروبان ) ، والغازات الطبيعيّة الأخرى . الاّ أنَّنا ما زِلْنا نَدين بمبدأ استعمالِ الغاز « لفيليب ليبون » ، الذي رأى الغازَ يوماً ، يَلتمع في لهبـة ، على فم قارورة أرادَ أن يَقي أصابعَه من حرارتها ، بواسطة خِرقة مُبلَّلة ...

مصنع « لَكْ » للغاز ، ليلاً .

## التفسير

١ – العقاقير : الأدوية
٢ – القوارير : جمع قارورة : إناء للدواء او للطيب .
٣ – حدَّة الرَائحة : قوَّتُها ، وسوؤها .
٤ – خلقين : قِدر كبيرة
٥ – براءَة : شهادة رسميّة باختراع .
٦ – تخوِّله حقّاً : تعطيه حقّاً
٧ – التفاؤُل : انتظار النجاح والخير .
٨ – تطهو الأطعمة : من طَها : طبخ
٩ – مرضا عضال : مرض لا يُشفى
١٠–الغاز المسيَّل : الغاز المحوَّل الى سائل .

## الاسئلة

١ – ماذا درس فيليب ليبون ؟
٢ – صِفِ الاختبار الذي أجراه ، يومَ عادَ أباه المريض .
٣ – ماذا حدث لغاز النشارة ، لدى مروره عبرَ الخرقة المبلَّلة .
٤ – ايّة أحلام بني فيليب على اكتشافه ؟
٥ – هل استطاع تحقيق حلمه ؟ لماذا ؟
٦ – ما هو « المصباح الحراريّ » ، وكيف اثبت جَدواه ؟
٧ – ممَّ استُخرج غاز الانارة ؟ واين استعمل اوّلاً ؟
٨ – هل أفاد فيليب ليبون من اكتشافه واختراعه ؟

## وِلادَةُ حَضَارَة

١ - من الحجر المقطوع إلى مكنات الصناعة ذات الذاكرة • السّيطرة على النار • ولادة الكتابة
٢ - الزجاج مادّة شفّافة • الدّولاب جهاز نقل • طيّارة الورق، أكثر من لعبة بسيطة
٣ - آلات قياس الوقت • الورق، مطية الفكر • الطرقات، سُبل اتصال بين الشعوب
٤ - السيطرة على المعادن • المرآة: من دنيا التبرّج الى دنيا العلم • رهط ذاتيات التحرّك
٥ - من النظارتين الى المنظار الى المقراب • السهم الناري يصبح آلة تحرّرنا من الأرض • الصابون والمنظفات المنافسة

## التَقنِيَّة تَقوم بأولى تحدِّياتها الكَبيرة

٦ - المطحنة المائية والمطحنة الهوائية • البارود • الطباعة من عهد غوتمبرغ إلى ... غد
٧ - الأسلحة النارية عدّة هلاك • البوصلة • طوق الكتفين، في طقم الفرس، خلاص للمرهقين
٨ - «دولاب بسكال» جدّ الآلات الحاسبة الالكترونية • من المظلة إلى الدبّابة • آلات إحداث الفراغ
٩ - التحرك على وسادة من هواء • المجهر في سيطرته على المتناهي الصغر • ميزان الضغط.

## مِنَ الحِرَف اليَدَويّة الى الصِّناعَة

١٠ - الآلة البخاريّة • من المراكب البخارية الأولى الى السفن الحديثة • من «السلحفاة» الى «الصاعقة»
١١ - المروحة وانطلاق الملاحة ... • من عربة «كونيو» البخارية إلى سيّاراتنا • غاز الإنارة ...
١٢ - الآلات الالكتروستاتية • شارل «فرنكلين» • من المنطاد إلى البالونات الفضائية.
١٣ - تلغراف «شاب» • من النسيج البدائي الى نول الحياكة • الدرّاجة الأولى وذرّيتها.
١٤ - بطارية «فولتا» • عيدان الثقاب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية.
١٥ - «لينيك» و «الستيتسكوب» • علب المحفوظات التي تعدّ بالمليارات • التربينات في العمل
١٦ - التلغراف الكهربائي يخترعه رسّام ... • آلة الخياطة • عدسة التصوير تنفتح على كل شيء.
١٧ - لوحة الألوان المركبة • المحرك المتفجّر يجهز ملايين السيارات • التبنيج المخدّر.

## العَالَم يُبدِّل معَالِم وَجهِهِ

١٨ - الديناميت للسرّاء والضرّاء • حفر آبار النفط • من الآلة الكاتبة الى الطابعة الالكترونية
١٩ - صناعة البرد • الدينامو مولّد التيار والمحرك الكهربائي • من السيلولويد الى اللدائن.
٢٠ - الميكروفيلم يضع مكتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • الترام والقاطرة الكهربائية
٢١ - سلسلة البرد • أديسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الحاكي الى الالكتروفون
٢٢ - مجرة الهواء وأجهزة المطاط • عصر الحديد في البناء • انبوب أشعة إكس يقهر الكثافة.
٢٣ - من الفنكستسكوب الى السينماسكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطواط يخفق بالآمال الرحبة
٢٤ - محرّك ديزل يخرج من قداحة • الاتصالات البعيدة المدى تنتقل على موجات الأثير • البيلينوغراف
٢٥ - زجاج لا يجرح • آلات توليد العواصف • الصور السحرية على الشاشة الصغيرة.

## مِنَ الذَرَّة إلى الفَضَاء

٢٦ - كاشفات الجزيئات الدقيقة • المدفعية الذرية • المجهر الالكتروني عين قادرة على رؤية الفيروسات
٢٧ - الرادار الساحر • من الأنبيق القديم الى ابراج مصافي النفط العالية • المفاعل النووي
٢٨ التزنزيستور والترنزستورات • الأجهزة الفضائية • الأفران التي تتوهج فيها طاقة الشمس

أرسى القرن الثامن عشر علم الكهرباء، وأطلق أولى السُفن البُخارية والمناطيد والغوّاصات الأولى. وشاهد القرن التاسع عشر الثورة الصّناعيّة بفضل البخار والكهرباء والآلة، فيما تكاثرت الاختراعات من كل نوع: منَ القاطرة والسّكة الى عيدان الثقاب، ومن التلغراف الى التصوير الشمسي، ومن الدرّاجة الى التربينة ...

تأليف: ف. لوث
رسوم: ب. بروبست
ترجمة واعداد: سهيل سماحة